

**PROBLEMAS DE SELECTIVIDAD DEL TEMA 5:
FÍSICA MODERNA**

Selectividad Andalucía 2001:

1. **a)** Escriba la ley de desintegración de una muestra radiactiva y explique el significado físico de las variables y parámetros que aparecen en ella.

b) Supuesto que pudiéramos aislar un átomo de la muestra anterior discuta, en función del parámetro apropiado, si cabe esperar que su núcleo se desintegre pronto, tarde o nunca.

2. Un haz de luz de longitud de onda $546 \cdot 10^{-9}$ m incide en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV:

a) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos.

b) ¿Qué ocurriría si la longitud de onda de la radiación incidente en la célula fotoeléctrica fuera doble de la anterior?

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

SOL: a) $(E_c)_{\max} = 4,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ **b)** No hay fotoemisión

3. **a)** ¿Qué significado tiene la expresión "longitud de onda asociada a una partícula"?

b) Si la energía cinética de una partícula aumenta, ¿aumenta o disminuye su longitud de onda asociada?

SOL: b) Disminuye

4. En la bomba de hidrógeno se produce una reacción termonuclear en la que se forma helio a partir de deuterio y de tritio.

a) Escriba la reacción nuclear.

b) Calcule la energía liberada en la formación de un átomo de helio y la energía de enlace por nucleón del helio.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; m({}_2^4\text{He}) = 4,0026 \text{ u}; m({}_1^3\text{H}) = 3,0170 \text{ u}; m({}_1^2\text{H}) = 2,0141 \text{ u}; m_p = 1,0078 \text{ u};$$
$$m_n = 1,0086 \text{ u}; 1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: b) $E = 2,99 \cdot 10^{-12} \text{ J}; E_{\text{enl}}/\text{nucleón} = 1,10 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$

5. **a)** ¿Cuál es la interacción responsable de la estabilidad del núcleo? Compárela con la interacción electromagnética.

b) Comente las características de la interacción nuclear fuerte.

6. Al iluminar la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia $f = 2 \cdot 10^{15}$ Hz, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 2,5 eV.

a) Determine el trabajo de extracción del metal.

b) Explique qué ocurriría si la frecuencia de la luz incidente fuera: i) $2f$; ii) $f/2$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) $W_{\text{ext}} = 9,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

7. **a)** Algunos átomos de nitrógeno (${}_7^{14}\text{N}$) atmosférico chocan con un neutrón y se transforman en carbono (${}_6^{14}\text{C}$) que, por emisión β , se convierte de nuevo en nitrógeno. Escriba las correspondientes reacciones nucleares.

b) Los restos de animales recientes contienen mayor proporción de ${}_6^{14}\text{C}$ que los restos de animales antiguos. ¿A qué se debe este hecho y qué aplicación tiene?

8. Al incidir luz de longitud de onda $\lambda = 620 \cdot 10^{-9}$ m sobre una fotocélula se emiten electrones con una energía cinética máxima de 0,14 eV.

a) Calcule el trabajo de extracción y la frecuencia umbral de la fotocélula.

b) ¿Qué diferencia cabría esperar en los resultados del apartado a) si la longitud de onda incidente fuera doble?

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

SOL: a) $W_{\text{ext}} = 2,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}; f^{\text{umb}} = 4,49 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ **b)** No hay fotoemisión

9. a) De entre las siguientes opciones, elija la que crea correcta y explique por qué. La energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos por un metal depende de: i) la intensidad de la luz incidente; ii) la frecuencia de la luz incidente; iii) la velocidad de la luz.

b) Razone si es cierta o falsa la siguiente afirmación: “En un experimento sobre el efecto fotoeléctrico los fotones con frecuencia menor que la frecuencia umbral no pueden arrancar electrones del metal”.

10. Una muestra de isótopo radiactivo recién obtenida tiene una actividad de 84 s^{-1} y, al cabo de 30 días, su actividad es de 6 s^{-1} .

a) Explique si los datos anteriores dependen del tamaño de la muestra.

b) Calcule la constante de desintegración y la fracción de núcleos que se han desintegrado después de 11 días.

SOL: b) $\lambda = 0,088 \text{ días}^{-1}; N = 0,38 N_0$

11. Comente las siguientes afirmaciones relativas al efecto fotoeléctrico:

a) El trabajo de extracción de un metal depende de la frecuencia de la luz incidente.

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente.

12. En una reacción nuclear se produce un defecto de masa de 0,2148 u por cada núcleo de ^{235}U fisionado.

a) Calcule la energía liberada en la fisión de 23,5 g de ^{235}U .

b) Si se producen 10^{20} reacciones idénticas por minuto, ¿cuál será la potencia disponible?

$$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

SOL: a) $E = 1,94 \cdot 10^{12} \text{ J}$ **b)** $P = 5,38 \cdot 10^7 \text{ W}$

Selectividad Andalucía 2002:

13. Un haz de luz de longitud de onda $477 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ incide sobre una célula fotoeléctrica de cátodo de potasio, cuya frecuencia umbral es $5,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

a) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos.

b) Razone si se produciría efecto fotoeléctrico al incidir radiación infrarroja sobre la célula anterior. (La región infrarroja comprende longitudes de onda entre 10^{-3} m y $7,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}$).

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

SOL: a) $(E_c)_{\text{max}} = 5,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ **b)** No hay fotoemisión

14. El isótopo del hidrógeno denominado tritio (^3_1H) es inestable ($T_{1/2} = 12,5$ años) y se desintegra con emisión de una partícula beta. Del análisis de una muestra tomada de una botella de agua mineral se obtiene que la actividad debida al tritio es el 92 % de la que presenta el agua en el manantial de origen.

a) Escriba la correspondiente reacción nuclear.

b) Determine el tiempo que lleva embotellada el agua de la muestra.

SOL: b) $t = 1,5$ años.

15. a) Enuncie la ley de desintegración radiactiva e indique el significado físico de cada uno de los parámetros que aparecen en ella.

b) ¿Por qué un isótopo radiactivo de período de semidesintegración muy corto (por ejemplo, dos horas) no puede encontrarse en estado natural y debe ser producido artificialmente.

16. Un haz de electrones se acelera, desde el reposo, mediante una diferencia de potencial de 104 V.

a) Haga un análisis energético del proceso y calcule la longitud de onda asociada a los electrones tras ser acelerados, indicando las leyes físicas en que se basa.

b) Repita el apartado anterior, si en lugar de electrones, aceleramos protones, en las mismas condiciones.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

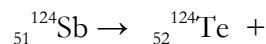
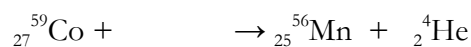
SOL: a) $\lambda_e = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ **b)** $\lambda_p = 2,8 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

17. Razone si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) La energía de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico no depende de la intensidad de la luz para una frecuencia dada.

b) El efecto fotoeléctrico no tiene lugar en un cierto material al incidir sobre él luz azul, y sí al incidir luz naranja.

18. a) Complete las siguientes reacciones nucleares:



b) Explique en qué se diferencian las reacciones nucleares de las reacciones químicas ordinarias.

19. El núcleo radiactivo ${}_{92}^{232}\text{U}$ se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un período de semidesintegración de 72 años.

a) Escriba la ecuación del proceso de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante.

b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que su masa se reduzca al 75 % de la masa original.

SOL: b) $t = 29,9 \text{ años.}$

20. Una lámina metálica comienza a emitir electrones al incidir sobre ella radiación de longitud de onda $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

a) Calcule con qué velocidad saldrán emitidos los electrones si la radiación que incide sobre la lámina tiene una longitud de onda de $4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

b) Razone, indicando las leyes en que se basa, qué sucedería si la frecuencia de la radiación incidente fuera de $4,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

SOL: a) $v = 4,66 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$ **b)** No hay fotoemisión.

21. a) Enuncie la hipótesis de De Broglie e indique de qué depende la longitud de onda asociada a una partícula.

b) ¿Se podría determinar simultáneamente, con exactitud, la posición y la cantidad de movimiento de una partícula? Razone la respuesta

22. El ${}_{5}^{12}\text{B}$ se desintegra radiactivamente en dos etapas: en la primera el núcleo resultante es ${}_{6}^{12}\text{C}^*$ (* = estado excitado) y en la segunda el ${}_{6}^{12}\text{C}^*$ se desexcita, dando ${}_{6}^{12}\text{C}$ (estado fundamental).

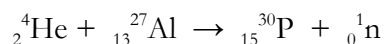
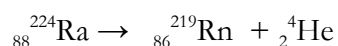
a) Escriba los procesos de cada etapa, determinando razonadamente el tipo de radiación emitida en cada caso.

b) Calcule la frecuencia de la radiación emitida en la segunda etapa si la diferencia de energía entre los estados energéticos del isótopo del carbono es de 4,4 MeV.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: b) $f = 1,07 \cdot 10^{21} \text{ s}^{-1}$

23. a) Razone cuáles de las siguientes reacciones nucleares son posibles:

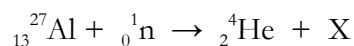
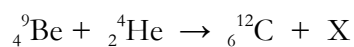


b) Deduzca el número de protones, neutrones y electrones que tiene un átomo de ${}^{27}_{13}\text{Al}$

Selectividad Andalucía 2003:

24. a) La masa de un núcleo atómico no coincide con la suma de las masas de las partículas que lo constituyen. ¿Es mayor o menor? Justifique la respuesta.

b) Complete las siguientes ecuaciones de reacciones nucleares, indicando en cada caso las características de X:



25. Al estudiar experimentalmente el efecto fotoeléctrico en un metal se observa que la mínima frecuencia a la que se produce dicho efecto es de $1,03 \cdot 10^{15}$ Hz.

a) Calcule el trabajo de extracción del metal y el potencial de frenado de los electrones emitidos si incide en la superficie del metal una radiación de frecuencia $1,8 \cdot 10^{15}$ Hz.

b) ¿Se produciría efecto fotoeléctrico si la intensidad de la radiación incidente fuera el doble y su frecuencia la mitad que en el apartado anterior? Razone la respuesta.

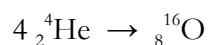
$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) $W_{\text{ext}} = 6,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}; V_f = 3,2 \text{ V}$ b) No se produce fotoemisión.

26. a) ¿Es cierto que las ondas se comportan también como corpúsculos en movimiento? Justifique su respuesta.

b) Comente la siguiente frase: “Sería posible medir simultáneamente la posición de un electrón y su cantidad de movimiento, con tanta exactitud como quisiéramos, si dispusiéramos de instrumentos suficientemente precisos”

27. Suponga una central nuclear en la que se produjera energía a partir de la siguiente reacción nuclear de fusión:



a) Determine la energía que se produciría por cada kilogramo de helio que se fusionase.

b) Razone en cuál de los dos núcleos anteriores es mayor la energía de enlace por nucleón.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; 1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}; m({}^{16}_8\text{O}) = 15,9950 \text{ u}$$

SOL: a) $E = 8,65 \cdot 10^{13} \text{ J}$ (para llegar a este resultado es necesario usar el número de Avogadro: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$).

28. Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) Cuanto mayor es el período de semidesintegración de un material, más deprisa se desintegra.

b) En general, los núcleos estables tienen más neutrones que protones.

29. Se acelera un protón mediante una diferencia de potencial de 3000 V.

a) Calcule la velocidad del protón y su longitud de onda de De Broglie.

b) Si en lugar de un protón fuera un electrón el que se acelera con la misma diferencia de potencial, ¿tendría la misma energía cinética? ¿Y la misma longitud de onda asociada? Razone sus respuestas.

$$m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) $v_p = 7,5 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}; \lambda_p = 5,18 \cdot 10^{-13} \text{ m}$ b) La energía cinética es igual; $\lambda_e = 2,23 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

30. En una muestra de madera de un sarcófago ocurren 13536 desintegraciones en un día por cada gramo, debido al ^{14}C presente, mientras que una muestra actual de madera análoga experimenta 920 desintegraciones por gramo en una hora. El período de semidesintegración del ^{14}C es de 5730 años.

a) Establezca la edad del sarcófago.

b) Determine la actividad de la muestra del sarcófago dentro de 1000 años.

SOL: a) $t = 4045$ años b) $A = 499$ desintegraciones por gramo en una hora.

31. a) Describa el origen y las características de los procesos de emisión radiactiva alfa, beta y gamma.

b) Indique el significado de: período de semidesintegración, constante radiactiva y actividad.

32. Se trata de medir el trabajo de extracción de un nuevo material. Para ello se provoca el efecto fotoeléctrico haciendo incidir una radiación monocromática sobre una muestra A de ese material y, al mismo tiempo, sobre otra muestra B de otro material cuyo trabajo de extracción es $\Phi_B = 5$ eV. Los potenciales de frenado son $V_A = 8$ V y $V_B = 12$ V, respectivamente. Calcule:

a) La frecuencia de la radiación utilizada.

b) El trabajo de extracción Φ_A .

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

SOL: a) $f = 4,12 \cdot 10^{15}$ s $^{-1}$ b) $\Phi_A = 9$ eV

33. a) Un átomo que absorbe un fotón se encuentra en un estado excitado. Explique qué cambios han ocurrido en el átomo. ¿Es estable ese estado excitado del átomo?

b) ¿Por qué en el espectro emitido por los átomos sólo aparecen ciertas frecuencias?

¿Qué indica la energía de los fotones emitidos?

Selectividad Andalucía 2004:

34. a) En la reacción del ^6_3Li con un neutrón se obtiene un núclido X y una partícula alfa. Escriba la reacción nuclear y determine las características del núclido X resultante.

^6_3Li

b) Calcule la energía liberada en la reacción de fusión:



$c = 3 \cdot 10^8$ m s $^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg ; $m(^4_2\text{He}) = 4,0026$ u ; $m(^2_1\text{H}) = 2,0141$ u

SOL: a) $^6_3\text{Li} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^3_1\text{H} + ^4_2\text{He}$; el núclido es el Tritio b) $\Delta E = 3,82 \cdot 10^{-12}$ J

35. Un haz de luz de longitud de onda $546 \cdot 10^{-9}$ m penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV:

a) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión.

b) Calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos. ¿Qué ocurriría si la longitud de onda incidente en la célula fotoeléctrica fuera el doble de la anterior?

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $c = 3 \cdot 10^8$ m s $^{-1}$

SOL: a) Se produce fotoemisión ya que se cumple que $E_{\text{fotón}} > W_{\text{ext}}$

b) $E_{c_{\text{max}}} = 4,4 \cdot 10^{-20}$ J ; no se produciría fotoemisión

36. El $^{237}_{94}\text{Pu}$ se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un periodo de semidesintegración de 45,7 días.

a) Escriba la reacción de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del elemento resultante.

b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que la actividad de una muestra de dicho núclido se reduzca a la octava parte.

SOL: a) $^{237}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{233}_{92}\text{X} + ^4_2\text{He}$; número atómico 92, el uranio b) $t = 137,1$ días

37. Si iluminamos la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia $2,1 \cdot 10^{15}$ Hz, los fotoelectrones emitidos tienen una energía cinética máxima de 2,5 eV.

a) Explique por qué la existencia de una frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico va en contra de la teoría ondulatoria de la luz.

b) Calcule la función trabajo del metal y su frecuencia umbral.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) Porque debería producirse para cualquier frecuencia siempre que la intensidad fuese lo suficientemente elevada b) $W_{\text{ext}} = 9,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $f_0 = 1,49 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$

38. Una muestra de una sustancia radiactiva de 0,8 kg se desintegra de tal manera que, al cabo de 20 horas, su actividad se ha reducido a la cuarta parte.

Calcule:

a) El periodo de semidesintegración.

b) El tiempo necesario para que se desintegren 0,7 kg.

SOL: a) $T_{1/2} = 10 \text{ h}$ b) $t = 30 \text{ h}$

39. Al incidir luz de longitud de onda 620 nm sobre la superficie de una fotocélula, se emiten electrones con una energía cinética máxima de 0,14 eV.

Determine:

a) El trabajo de extracción del metal y la frecuencia umbral.

b) Si la fotocélula se iluminara con luz de longitud de onda doble que la anterior, ¿cuál sería la energía cinética máxima de los electrones emitidos?

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) $W_{\text{ext}} = 2,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $f_0 = 4,48 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$ b) No hay fotoemisión

40. a) Describa las características de los procesos de emisión radiactiva alfa, beta y gamma.

b) Uno de ellos consiste en la emisión de electrones. ¿Cómo es posible que un núcleo emita electrones? Razone su respuesta.

41. Analice las siguientes proposiciones razonando si son verdaderas o falsas:

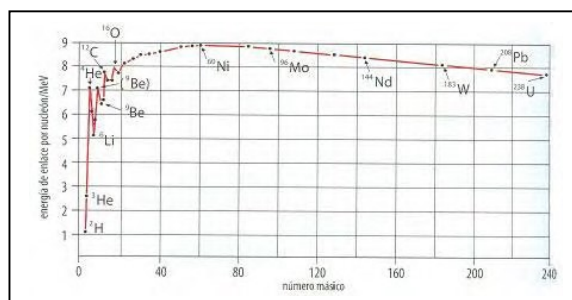
a) El trabajo de extracción de un metal depende de la frecuencia de la luz incidente.

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos en el efecto fotoeléctrico varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente.

42. a) Dibuje de forma aproximada la gráfica que representa la energía de enlace por nucleón en función del número másico e indique qué puede deducirse de ella en relación con la estabilidad de los núcleos.

b) Razone, a partir de la gráfica, cuál de los dos procesos, la fusión o la fisión nucleares, proporciona mayor energía por nucleón.

SOL: a) Gráfica al dorso b) La fusión



43. Un protón y un electrón se mueven con la misma velocidad.

a) Explique cuál de los dos tiene una longitud de onda asociada mayor.

b) Razone cuál de ellos tendría una longitud de onda mayor si ambos tuvieran la misma energía cinética.

SOL: a) Electrón b) Electrón

Selectividad Andalucía 2005:

44. Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones:

- a) ¿Cuál es el origen de las partículas beta en una desintegración radiactiva, si en el núcleo sólo hay protones y neutrones?
b) ¿Por qué la masa de un núcleo atómico es menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen?

SOL: a) La conversión de un neutrón en un protón, un electrón y un antineutrino b) Se justifica por la conversión de masa en energía según la Teoría de la Relatividad de Einstein que forma la energía de enlace del núcleo atómico.

45. El trabajo de extracción del aluminio es 4,2 eV. Sobre una superficie de aluminio incide radiación electromagnética de longitud de onda $200 \cdot 10^{-9}$ m.

Calcule razonadamente:

a) La energía cinética de los fotoelectrones emitidos y el potencial de frenado.

b) La longitud de onda umbral para el aluminio.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

SOL: a) $E_c = 3,18 \cdot 10^{-19} \text{ J}; V_f = 1,99 \text{ V}$ b) $\lambda_{\text{umbral}} = 2,95 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

46. a) Explique qué es el defecto de masa y calcule su valor para el isótopo ${}^{15}_7\text{N}$

b) Calcule su energía de enlace por nucleón.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; m_p = 1,007276 \text{ u}; m_n = 1,008665 \text{ u}; m({}^{15}_7\text{N}) = 15,0001089 \text{ u}; 1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: a) $\Delta m = 2,006 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$ b) $E_{\text{enlace}}/\text{nucleón} = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$

47. a) Describa la explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico y relaciónela con el principio de conservación de la energía.

b) Suponga un metal sobre el que incide radiación electromagnética produciendo efecto fotoeléctrico. ¿Por qué al aumentar la intensidad de la radiación incidente no aumenta la energía cinética de los electrones emitidos?

48. a) ¿Cuál es la energía cinética de un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es de 10^{-9} m?

b) Si la diferencia de potencial utilizada para que el electrón adquiera la energía cinética se reduce a la mitad, ¿cómo cambia su longitud de onda asociada?

Razone la respuesta.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

SOL: a) $E_c = 2,39 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ b) $\lambda' = \sqrt{2} \lambda$

49. Dos muestras A y B del mismo elemento radiactivo se preparan de manera que la muestra A tiene doble actividad que la B.

a) Razone si ambas muestras tienen el mismo o distinto período de desintegración.

b) ¿Cuál es la razón entre las actividades de las muestras después de haber transcurrido cinco períodos?

SOL: a) El mismo b) La misma, la actividad de la A doble que la de la muestra B

50. Al iluminar una superficie metálica con luz de frecuencia creciente empieza a emitir fotoelectrones cuando la frecuencia corresponde al color amarillo.

a) Explique razonadamente qué se puede esperar cuando el mismo material se irradie con luz roja. ¿Y si se irradia con luz azul?

b) Razone si cabría esperar un cambio en la intensidad de la corriente de fotoelectrones al variar la frecuencia de la luz, si se mantiene constante el número de fotones incidentes por unidad de tiempo y de superficie.

51. El núcleo radiactivo se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un período de semidesintegración de 72 años. ${}^{232}_{92}\text{U}$

a) Escriba la ecuación del proceso de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante.

b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que su actividad se reduzca al 75 % de la inicial.

SOL: a) ${}_{92}^{232}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{228}\text{X} + {}_2^4\text{He}$; número atómico 90 b) $t=29,9$ años

52. a) Explique cualitativamente la dependencia de la estabilidad nuclear con el número másico.
 b) Considere dos núcleos pesados X e Y de igual número másico. Si X tiene mayor energía de enlace, ¿cuál de ellos es más estable?

SOL: b) X

53. a) Cuál es la energía de un fotón cuya cantidad de movimiento es la misma que la de un neutrón de energía 4 eV.

b) ¿Cómo variaría la longitud de onda asociada al neutrón si se duplicase su energía?

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: a) $E_{\text{fotón}} = 1,4 \cdot 10^{-14} \text{ J}$ b) $\lambda' = 10^{-11} \text{ m}$

54. El ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ se desintegra radiactivamente para dar ${}_{86}^{222}\text{Rn}$

a) Indique el tipo de emisión radiactiva y escriba la correspondiente ecuación.

b) Calcule la energía liberada en el proceso.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; m_{\text{Ra}} = 225,9771 \text{ u} ; m_{\text{Rn}} = 221,9703 \text{ u} ; m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: a) ${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + {}_2^4\text{He}$; es un emisión α b) $E=6,3 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

55. a) Enuncie la hipótesis de De Broglie. Comente el significado físico y las implicaciones de la dualidad onda-corpúsculo.

b) Un mesón π tiene una masa 275 veces mayor que un electrón. ¿Tendrían la misma longitud de onda si viajasen a la misma velocidad? Razone la respuesta.

SOL: b) La longitud de onda sería 275 veces menor

Selectividad Andalucía 2006:

56.- Al incidir luz de longitud de onda 620 nm en la superficie de una fotocélula, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es 0,14 eV.

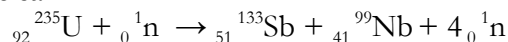
a) Determine la función trabajo del metal y el potencial de frenado que anula la fotoemisión.

b) Explique, con ayuda de una gráfica, cómo varía la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos al variar la frecuencia de la luz incidente.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) $W_{\text{ext}} = 2,98 \cdot 10^{-19} \text{ J} ; V_f = 0,14 \text{ V}$

57.- Considere la reacción nuclear:



a) Explique de qué tipo de reacción se trata y determine la energía liberada por átomo de Uranio.

b) ¿Qué cantidad de ${}_{92}^{235}\text{U}$ se necesita para producir 106 Kwh.?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} ; m_U = 235,128 \text{ u} ; m_{\text{Sb}} = 132,942 \text{ u} ;$$

$$m_{\text{Nb}} = 98,932 \text{ u} ; m_n = 1,0086 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: a) $E_{\text{átomo}} = 3,41 \cdot 10^{-11} \text{ J/átomo}$ b) $m = 4,37 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

58.- a) Analice el origen de la energía liberada en una reacción nuclear de fisión.

b) En la reacción de fisión del ${}_{92}^{235}\text{U}$, éste captura un neutrón y se produce un isótopo del Kr, de número másico 92; un isótopo del Ba, cuyo número atómico es 56; y 3 neutrones. Escriba la reacción nuclear y determine razonadamente el número atómico del Kr y el número másico del Ba.

SOL: b) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{36}^{92}\text{Kr} + {}_{56}^{141}\text{Ba} + 3 {}_0^1\text{n}$

59.- a) Explique la conservación de la energía en el proceso de emisión de electrones por una superficie metálica al ser iluminada con luz adecuada.

b) Razone qué cambios cabría esperar en la emisión fotoeléctrica de una superficie metálica: i) al aumentar la intensidad de la luz incidente; ii) al aumentar el tiempo de iluminación; iii) al disminuir la frecuencia de la luz.
SOL: **b)** i) aumenta el nº de electrones pero con la misma E_c ii) no ocurre nada iii) disminuye la E_c pudiéndose cesar la fotoemisión si la $f_{\text{incidente}} < f_{\text{umbral}}$

60.- El período de semidesintegración del ^{226}Ra es de 1620 años.

a) Explique qué es la actividad y determine su valor para 1 g de ^{226}Ra .

b) Calcule el tiempo necesario para que la actividad de una muestra de ^{226}Ra quede reducida a un dieciseisavo de su valor original.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

SOL: **a)** $A_{ct} = 3,62 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$ **b)** $t = 6480$ años

61.- Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.

a) Determine la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.

b) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal: i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones; ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: **a)** $W_{\text{ext}} = 4,99 \cdot 10^{-19} \text{ J}; f_0 = 7,56 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$ **b)** i) $E_{c_{\text{max}}} = 1,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (disminuye)

iii) $W_{\text{ext}} = 5,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (aumenta) ii) $f_0 = 9,01 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$ (aumenta)

62.- a) Explique el proceso de emisión fotoeléctrica por una superficie metálica y las condiciones necesarias para que se produzca.

b) Razone por qué la teoría clásica no puede explicar el efecto fotoeléctrico.

63.- a) ¿Qué cambios experimenta un núcleo atómico al emitir una partícula alfa? ¿Qué sucedería si un núcleo emitiera una partícula alfa y después dos partículas beta?

b) ¿A qué se denomina período de semidesintegración de un elemento radiactivo? ¿Cómo cambiaría una muestra de un radionúclido transcurridos tres períodos de semidesintegración?. Razone las respuestas.

64.- El $^{226}_{88}\text{Ra}$, emite partículas alfa dando lugar a Rn.

a) Escriba la ecuación de la reacción nuclear y determine la energía liberada en el proceso.

b) Calcule la energía de enlace por nucleón del Ra y del Rn y discuta cuál de ellos es más estable.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; m_{\text{Ra}} = 226,025406 \text{ u}; m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u};$$

$$m_p = 1,00795 \text{ u}; m_n = 1,00898 \text{ u}; m_\alpha = 4,002603 \text{ u}; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: **a)** $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$; $E = 7,8 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ **b)** $E_{\text{enl}}/\text{nucleón (Ra)} = 1,2649 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$; $E_{\text{enl}}/\text{nucleón (Rn)} = 1,2702 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$; Rn es más estable

65.- a) En un microscopio electrónico se aplica una diferencia de potencial de 20 kV para acelerar los electrones. Determine la longitud de onda de los fotones de rayos X de igual energía que dichos electrones.

b) Un electrón y un neutrón tienen igual longitud de onda de de Broglie. Razone cuál de ellos tiene mayor energía.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

SOL: **a)** $\lambda = 6,1875 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ **b)** El electrón

66.- a) ¿Cómo se puede explicar que un núcleo emita partículas β si en él sólo existen neutrones y protones?

b) El $^{232}_{90}\text{Th}$ se desintegra, emitiendo 6 partículas α y 4 partículas β , dando lugar a un isótopo estable del plomo. Determine el número másico y el número atómico de dicho isótopo.

SOL: **a)** $^1_0\text{n} \rightarrow ^1_1\text{p} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$ **b)** $^{208}_{82}\text{Pb}$

Selectividad Andalucía 2007:

67. a) Comente la siguiente frase: “debido a la desintegración del ^{14}C , cuando un ser vivo muere se pone en marcha un reloj...” ¿En qué consiste la determinación de la antigüedad de los yacimientos arqueológicos mediante el ^{14}C ?

b) ¿Qué es la actividad de una muestra radiactiva? ¿De qué depende?

68. Cuando se ilumina un metal con un haz de luz monocromática se observa emisión fotoeléctrica.

a) Explique, en términos energéticos, dicho proceso.

b) Si se varía la intensidad del haz de luz que incide en el metal, manteniéndose constante su longitud de onda, ¿variará la velocidad máxima de los electrones emitidos? ¿Y el número de electrones emitidos en un segundo?

Razone las respuestas.

SOL: b) Variará el nº de electrones emitidos en un segundo, pero con la misma velocidad

69. a) Calcule el defecto de masa de los núclidos ^1_9B y $^{22}_{86}\text{Rn}$ razone cuál de ellos es más estable.

b) En la desintegración del núcleo $^{22}_{86}\text{Rn}$ se emiten dos partículas alfa y una beta, obteniéndose un nuevo núcleo. Indique las características del núcleo resultante.

$m_{\text{B}} = 11,009305 \text{ u}$; $m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u}$; $m_{\text{p}} = 1,007825 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$

SOL: a) B: $\Delta m/\text{nucleón} = 7,44 \cdot 10^{-3} \text{ u/nucleón}$; Rn: $\Delta m/\text{nucleón} = 8,26 \cdot 10^{-3} \text{ u/nucleón}$; el radón b) $^{214}_{83}\text{X}$

70. Un haz de electrones se acelera con una diferencia de potencial de 30 kV.

a) Determine la longitud de onda asociada a los electrones.

b) Se utiliza la misma diferencia de potencial para acelerar electrones y protones. Razone si la longitud de onda asociada a los electrones es mayor, menor o igual a la de los protones. ¿Y si los electrones y los protones tuvieran la misma velocidad?

$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

SOL: a) $\lambda = 7,06 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ b) $\lambda_e > \lambda_p$ en los dos casos

71. Sobre una superficie de sodio metálico inciden simultáneamente dos radiaciones monocromáticas de longitudes de onda $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ y $\lambda_2 = 560 \text{ nm}$. El trabajo de extracción del sodio es 2,3 eV.

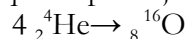
a) Determine la frecuencia umbral de efecto fotoeléctrico y razone si habría emisión fotoeléctrica para las dos radiaciones indicadas.

b) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

SOL: a) $f_0 = 5,57 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$; habrá fotoemisión para la radiación 1 y no para la 2 b) $v = 248069 \text{ ms}^{-1}$

72. Imagine una central nuclear en la que se produjera energía a partir de la siguiente reacción nuclear:



a) Determine la energía que se produciría por cada kilogramo de helio que se fusionase.

b) Razone en cuál de los dos núcleos anteriores es mayor la energía de enlace por nucleón.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m(\text{}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m(\text{}^{16}_8\text{O}) = 15,9950 \text{ u}$;

$m_{\text{p}} = 1,007825 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$

SOL: a) $8,65 \cdot 10^{13} \text{ J}$ b) En el oxígeno

73. Todas las fuerzas que existen en la naturaleza se explican como manifestaciones de cuatro interacciones básicas: gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil.

a) Explique las características de cada una de ellas.

b) Razone por qué los núcleos son estables a pesar de la repulsión eléctrica entre sus protones.

74. Razone si la longitud de onda de de Broglie de los protones es mayor o menor que la de los electrones en los siguientes casos:

- a) ambos tienen la misma velocidad.
b) ambos tienen la misma energía cinética.

SOL: a) $\lambda_p < \lambda_e$ b) $\lambda_p < \lambda_e$

75. La actividad de ^{14}C de un resto arqueológico es de 60 desintegraciones por segundo. Una muestra actual de idéntica composición e igual masa posee una actividad de 360 desintegraciones por segundo. El periodo de semidesintegración del ^{14}C es 5700 años.

- a) Explique a qué se debe dicha diferencia y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica.
b) ¿Cuántos núcleos ^{14}C tiene la muestra arqueológica en la actualidad? ¿Tienen las dos muestras el mismo número de átomos de carbono? Razone las respuestas.

SOL: a) $t=14734$ años b) $1,56 \cdot 10^{13}$ átomos de ^{14}C ; es menor en el resto arqueológico

76. Un fotón incide sobre un metal cuyo trabajo de extracción es 2 eV. La energía cinética máxima de los electrones emitidos por ese metal es 0,47 eV.

- a) Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar en el proceso de fotoemisión y calcule la energía del fotón incidente y la frecuencia umbral de efecto fotoeléctrico del metal.
b) Razone cuál sería la velocidad de los electrones emitidos si la energía del fotón incidente fuera 2 eV.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

SOL: a) $E_{\text{fotón}} = 3,952 \cdot 10^{-19} \text{ J} ; f_0 = 4,85 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$ b) $v=0 \text{ m s}^{-1}$

77. a) Explique, en términos de energía, el proceso de emisión de fotones por los átomos en un estado excitado.

- b) Razone por qué un átomo sólo absorbe y emite fotones de ciertas frecuencias.

78. a) La masa de un núcleo atómico no coincide con la suma de las masas de las partículas que los constituyen. ¿Es mayor o menor? ¿Cómo justifica esa diferencia?

- b) ¿Qué se entiende por estabilidad nuclear? Explique, cualitativamente, la dependencia de la estabilidad nuclear con el número másico.

Selectividad Andalucía 2009:

79. a) Explique qué se entiende por frecuencia umbral en el efecto fotoeléctrico.

- b) Razone si al aumentar la intensidad de la luz con que se ilumina el metal aumenta la energía cinética máxima de los electrones emitidos.

80. El $^{210}_{83}\text{Bi}$ emite una partícula beta y se transforma en polonio que, a su vez, emite una partícula alfa y se transforma en plomo.

- a) Escriba las reacciones de desintegración descritas.

- b) Si el periodo de semidesintegración del $^{210}_{83}\text{Bi}$ es de 5 días, calcule cuántos núcleos se han desintegrado al cabo de 10 días si inicialmente se tenía un mol de átomos de ese elemento.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$

SOL: b) $N_{\text{desintegrados}} = 4,5 \cdot 10^{23}$ núcleos.

81. El isótopo radiactivo $^{12}_5\text{B}$ se desintegra en carbono emitiendo radiación beta.

- a) Escriba la ecuación de la reacción.

- b) Sabiendo que las masas atómicas del boro y del carbono son 12,01435 u y 12 u, respectivamente, calcule la energía que se desprendería si un mol de boro se transformara íntegramente en carbono.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

SOL: b) $E = 1,24 \cdot 10^{12} \text{ J}$

82. Sobre un metal cuyo trabajo de extracción es 3 eV se hace incidir radiación de longitud de onda $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

a) Calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos, analizando, los cambios energéticos que tienen lugar.

b) Determine la frecuencia umbral de fotoemisión del metal.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

SOL: a) $v = 1,06 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ b) $f_{\text{umbral}} = 7,27 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

83. a) Explique el origen de la energía liberada en una reacción nuclear basándose en el balance masa-energía.

b) Dibuje aproximadamente la gráfica que relaciona la energía de enlace por nucleón con el número másico y , a partir de ella, justifique por qué en una reacción de fisión se desprende energía.

84. a) Enuncie la ley que rige la desintegración radiactiva, identificando cada una de las magnitudes que intervienen en la misma, y defina periodo de semidesintegración y actividad de un isótopo radiactivo.

b) La antigüedad de una muestra de madera se puede determinar a partir de la actividad del ${}^6_{14}\text{C}$ presente en ella. Explique el procedimiento.

85. Un haz de electrones se acelera desde el reposo mediante una diferencia de potencial. Tras ese proceso, la longitud de onda asociada a los electrones es $8 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

a) Haga un análisis energético del proceso y determine la diferencia de potencial aplicada.

b) Si un haz de protones se acelera con esa diferencia de potencial, determine la longitud de onda asociada a los protones.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; m_p = 1840 m_e$$

SOL: a) $V = 233,7 \text{ V}$ b) $\lambda_{\text{protón}} = 1,86 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

86. Considere los nucleidos ${}^3_1\text{H}$ y ${}^4_2\text{He}$

a) Defina defecto de masa y calcule la energía de enlace de cada uno.

b) Indique cuál de ellos es más estable y justifique la respuesta.

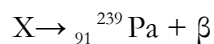
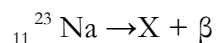
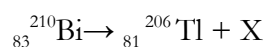
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; u = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m({}^3_1\text{H}) = 3,0160494 \text{ u}; m({}^4_2\text{He}) = 4,00260;$$

$$m_p = 1,007277 \text{ u}; m_n = 1,008665 \text{ u}$$

SOL: a) $E({}^3_1\text{H}) = 1,3 \cdot 10^{-12} \text{ J}; E({}^4_2\text{He}) = 4,5 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

87. a) Describa los procesos de desintegración radiactiva alfa, beta y gamma y justifique las leyes de desplazamiento.

b) Complete las reacciones nucleares siguientes especificando el tipo de nucleón o de átomo representado por la letra X y el tipo de emisión radiactiva de que se trata.



88. Razone si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) Cuando un electrón de un átomo pasa de un estado más energético a otro menos energético emite energía y esta energía puede tomar cualquier valor en un rango continuo.

b) La longitud de onda asociada a una partícula es inversamente proporcional a su masa.

89. a) Defina energía de enlace por nucleón.

b) Analice energéticamente las reacciones de fusión y fisión nucleares.

90. a) Enuncie la hipótesis de De Broglie. ¿Depende la longitud de onda asociada a una partícula de su masa?

b) Enuncie el principio de incertidumbre y explique su origen.